

# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

## PCT

### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER BERICHT ÜBER DIE PATENTIERBARKEIT

REC'D 08 JUL 2004

PCT

20 SEP 2005



(Kapitel II des Vertrags über die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 43 172	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Formblatt PCT/PEA/416	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP 03/03041	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr)	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 22.03.2002
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK C04B35/83		
Anmelder SCHUNK KOHLENSTOFFTECHNIK GMBH et al.		

- Bei diesem Bericht handelt es sich um den internationalen vorläufigen Prüfungsbericht, der von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde nach Artikel 35 erstellt wurde und dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt wird.
- Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 5 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.
- Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; diese umfassen
  - ☒ (an den Anmelder und das Internationale Büro gesandt) insgesamt 5 Blätter; dabei handelt es sich um
    - ☐ Blätter mit der Beschreibung, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit Berichtigungen, denen die Behörde zugestimmt hat (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsvorschriften).
    - ☐ Blätter, die frühere Blätter ersetzen, die aber aus den in Feld Nr. 1, Punkt 4 und im Zusatzfeld angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde eine Änderung enthalten, die über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgeht.
  - ☐ (nur an das Internationale Büro gesandt) insgesamt (bitte Art und Anzahl der/des elektronischen Datenträger(s) angeben) 5, der/die ein Sequenzprotokoll und/oder die dazugehörigen Tabellen enthält/enthalten, nur in computerlesbarer Form, wie im Zusatzfeld betreffend das Sequenzprotokoll angegeben (siehe Abschnitt 802 der Verwaltungsvorschriften).

#### 4. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- ☒ Feld Nr. I Grundlage des Bescheids
- ☐ Feld Nr. II Priorität
- ☐ Feld Nr. III Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- ☐ Feld Nr. IV Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- ☒ Feld Nr. V Begründete Feststellung nach Regel 66.2 a)ii) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- ☐ Feld Nr. VI Bestimmte angeführte Unterlagen
- ☐ Feld Nr. VII Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- ☐ Feld Nr. VIII Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags  14.10.2003	Datum der Fertigstellung dieses Berichts  07.07.2004
Name und Postanschrift der mit der internationalen Prüfung beauftragten Behörde   Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter  Luethé, H Tel. +49 89 2399-7519 

---

**Feld Nr. 1 Grundlage des Berichts**

---

1. Hinsichtlich der **Sprache** beruht der Bericht auf der internationalen Anmeldung in der Sprache, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.
- ☐ Der Bericht beruht auf einer Übersetzung aus der Originalsprache in die folgende Sprache, bei der es sich um die Sprache der Übersetzung handelt; die für folgenden Zweck eingereicht worden ist:
- ☐ internationale Recherche (nach Regeln 12.3 und 23.1 b))
  - ☐ Veröffentlichung der internationalen Anmeldung (nach Regel 12.4)
  - ☐ internationale vorläufige Prüfung (nach Regeln 55.2 und/oder 55.3)
2. Hinsichtlich der **Bestandteile\*** der internationalen Anmeldung beruht der Bericht auf (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt*):

**Beschreibung, Seiten**

2, 4, 6-9 in der ursprünglich eingereichten Fassung  
1, 3, 5 eingegangen am 09.06.2004 mit Schreiben vom 28.05.2004

**Ansprüche, Nr.**

4-8, 14-20 in der ursprünglich eingereichten Fassung  
1-3, 9-13 eingegangen am 09.06.2004 mit Schreiben vom 28.05.2004

**Zeichnungen, Blätter**

1/1 in der ursprünglich eingereichten Fassung

☐ einem Sequenzprotokoll und/oder etwaigen dazugehörigen Tabellen - siehe Zusatzfeld betreffend das Sequenzprotokoll

3. ☐ Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:
- ☐ Beschreibung: Seite
  - ☐ Ansprüche: Nr.
  - ☐ Zeichnungen: Blatt/Abb.
  - ☐ Sequenzprotokoll (*genaue Angaben*):
  - ☐ etwaige zum Sequenzprotokoll gehörende Tabellen (*genaue Angaben*):
4. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der diesem Bericht beigelegten und nachstehend aufgelisteten Änderungen erstellt worden, da diese aus den im Zusatzfeld angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2 c)).
- ☐ Beschreibung: Seite
  - ☐ Ansprüche: Nr.
  - ☐ Zeichnungen: Blatt/Abb.
  - ☐ Sequenzprotokoll (*genaue Angaben*):
  - ☐ etwaige zum Sequenzprotokoll gehörende Tabellen (*genaue Angaben*):

\* Wenn Punkt 4 zutrifft, können einige oder alle dieser Blätter mit der Bemerkung "ersetzt" versehen werden.

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP 03/03041

1. Feststellung			
Neuheit (N)	Ja:	Ansprüche	1-20
	Nein:	Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (IS)	Ja:	Ansprüche	1-20
	Nein:	Ansprüche	
Gewerbliche Anwendbarkeit (IA)	Ja:	Ansprüche:	1-20
	Nein:	Ansprüche:	

**siehe Beiblatt**

**Zu Punkt V**

**Begründete Feststellung hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

D1: US 2001/051258 A1 (S. HANZAWA ET AL.) 13. Dezember 2001 (2001-12-13)

D2: EP-A-0 891 956 (NGK INSULATORS, LTD.) 20. Januar 1999 (1999-01-20)

1. Die im schriftlichen Bescheid vom 08.04.2004 vorgebrachten Klarheitseinwände (siehe dort unter Punkt V, 3.) wurden mit der Eingabe der Anmelderin vom 28.05.2004 ausgeräumt (siehe die neu eingereichten Ansprüche 1 und 9 sowie unter Punkt III.).  
Somit kann nun der Gegenstand vorliegender Anmeldung hinsichtlich Neuheit und erfinderischer Tätigkeit geprüft werden.

2. Die Ansprüche 1-20 erfüllen die in Artikel 33(1) genannten Kriterien, weil ihr Gegenstand (insofern der von Anspruch 10 verstanden werden kann; siehe Punkt VIII. unten) neu ist, auf erfinderischer Tätigkeit beruht und gewerblich anwendbar ist.

Dies wird wie folgt begründet:

- 2.1. Der Gegenstand der unabhängigen Ansprüche ist neu aus den in der Eingabe der Anmelderin vom 28.05.2004 unter Punkt IV. genannten Gründen.
- 2.2. Er beruht auf einer erfinderischen Tätigkeit weil
  1. die die zu lösende technische Aufgabe (siehe die vorliegende Beschreibung Seite 3, Absatz 2) im Stand der Technik nicht genannt wird und
  2. weder D1 noch D2 eine Lösung dieses Problems offenbaren oder nahelegen.

Es gibt weiterhin keinen Grund zu der Annahme, dass die technische Aufgabe durch die vorliegenden Ansprüche 1 und 9 (siehe den kennzeichnenden Teil) nicht gelöst würde.

- 2.3. Vorliegende Anmeldung ist richtig vom Stand der Technik abgegrenzt.

**INTERNATIONALER VORLÄUFIGER  
BERICHT ZUR PATENTIERBARKEIT  
(BEIBLATT)**

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/03041

## Beschreibung

### Verbundkeramikkörper sowie Verfahren zum Herstellen eines solchen

Die Erfindung bezieht sich auf einen Verbundkeramikkörper, insbesondere bestimmt für ein tribologisches Bauteil wie Bremsscheibe, umfassend einen faserverstärkten Kohlenstoffkörper mit Kernbereich sowie SiC enthaltendem Oberflächenbereich. Ferner bezieht sich die Erfindung auf ein Verfahren zur Herstellung eines faserverstärkten Verbundkeramikkörpers, insbesondere bestimmt für ein tribologisches Bauteil wie Bremsscheibe, wobei ein Fasern enthaltender Kohlenstoffkörper mit gewünschter Porosität bereitgestellt wird, der Kohlenstoffkörper mit Silizium infiltriert und durch Einleiten einer chemischen Reaktion unter Bildung von SiC der Körper keramisiert wird.

Aus der DE 198 34 571 C2 ist ein Verfahren zur Herstellung von Körpern aus faserverstärkten C/C-Vorkörpern mit einer porösen Kohlenstoff-Matrix bekannt, bei dem der durch Pyrolyse faserverstärkte Vorkörper mit schmelzflüssigem Silizium infiltriert wird. In den Poren kann sich dabei das flüssige Silizium einlagern, um die gewünschte Härte in der oberflächenschicht des so hergestellten CMC (keramisches Matrix-Verbundmaterial)-Körpers herzustellen.

In der DE 44 38 455 C1 wird ein Verfahren zur Herstellung einer Reibeinheit mittels Infiltration eines porösen Kohlenstoffkörpers mit flüssigem Silizium beschrieben, wobei der poröse Kohlenstoffkörper derart strukturiert ist, dass in definierten Innen- und/oder Außenbereichen Hohlräume und/oder Ausnehmungen zur Kühlung und/oder Versteifung gebildet werden, die nach der Keramisierung in ihrer Form und Größe beibehalten werden.

In der EP-A-0 891 956 wird ein Si-SiC-Körper beschrieben, der durch SiC-Fasern verstärkt ist.

Ein Verbundkeramikkörper der eingangs genannten Art ist der US2001/0051258 A1 zu entnehmen. Der Verbundkeramikkörper besteht dabei aus Schichten mit auf Si-SiC-Basis aufgebauten Matrizen, die sich einstückig zwischen Kohlefasern erstrecken, wobei die Matrizen einen Zusammensetzungsgradienten aufweisen derart, dass die Siliziumkonzentration mit zunehmender Entfernung von den Garnen zunimmt.

Der vorliegenden Erfindung liegt das Problem zu Grunde, einen Verbundkeramikkörper sowie ein Verfahren zum Herstellen eines solchen der eingangs genannten Art so weiterzubilden, dass der Verbundkeramikkörper ein gutes Langzeitverhalten zeigt und insbesondere eine geringere Neigung zur Rissbildung an der Oberfläche aufweist. Gleichzeitig sollen jedoch weitgehend die Vorteile des bekannten getrennten Schichtaufbaus in Bezug auf die reibfeste äußere monolithische SiC-Schicht und die Duktilität im Kernbereich beibehalten werden.

Erfindungsgemäß wird das Problem durch einen Verbundkeramikkörper der zuvor beschriebenen Art im Wesentlichen dadurch gelöst, dass die Fasern im Oberflächenbereich eine geringere Filamentenanzahl als im Kernbereich aufweisen und dass der Verbundkeramikkörper SiC derart enthält, dass innerhalb des Kernbereichs ausgehend bis in den Oberflächenbereich hinein der Anteil des SiC sich stetig oder im Wesentlichen stetig ändert. Insbesondere ist der Verbundkeramikkörper in Bezug auf den SiC-Anteil derart stetig gradiert, dass der Kernbereich duktile Eigenschaften und der Oberflächenbereich monolithische SiC-Schicht- bzw. Si/SiC-Schichteigenschaften aufweist.

Dabei sollte der Oberflächenbereich im Wesentlichen folgende Anteile aufweisen:

- SiC in etwa 20 Gew.-% bis in etwa 100 Gew.-%,
- freies Si in etwa 0 Gew.-% bis in etwa 30 Gew.-%,
- Kohlenstoff in etwa 0 Gew.-% bis in etwa 80 Gew.-%,
- $\text{Si}_3\text{N}_4$  in etwa 0 Gew.-% bis in etwa 20 Gew.-% und/oder
- $\text{B}_4\text{C}$  in etwa 0 Gew.-% bis in etwa 20 Gew.-%.

Demgegenüber sollte der Kernbereich Anteile aufweisen von:

- SiC in etwa 0 Gew.-% bis in etwa 70 Gew.-%,
- freies Silicium in etwa 0 Gew.-% bis in etwa 30 Gew.-%,

erfolgt eine Gradierung des SiC-Gehaltes bzw. Si/SiC-Gehalts mit der Folge, dass der nach dem Stand der Technik unstetige Übergang zwischen Kernbereich, der duktile Eigenschaften aufweist, und Oberflächenbereich, der bevorzugterweise monolithische SiC-Schicht-Eigenschaften besitzt, unterbunden wird. Hierdurch bedingt sind eine geringere Neigung zur Rissbildung an der Oberfläche, ein besseres Langzeitverhalten und somit auch ein besseres Lebensdauerverhalten erzielbar. Dabei erfolgt der Aufbau der Verbundkeramik derart, dass der Übergang von der monolithischen oder fast monolithischen SiC-Oberflächenstruktur über mehrere Stufen in eine CFC-dominierte CMC-Kernstruktur realisiert ist. Man verändert folglich die Werkstoffzusammensetzung von einer monolithischen oder fast monolithischen Zusammensetzung zu einem faserverstärkten Verbundwerkstoff.

Ein Verfahren zur Herstellung eines Verbundkeramikkörpers, wobei ein Fasern enthaltender Kohlenstoffkörper mit gewünschter Porosität bereitgestellt wird, der Kohlenstoffkörper mit Silizium infiltriert und durch Einleiten einer chemischen Reaktion unter Bildung von SiC der Körper keramisiert wird, zeichnet sich dadurch aus, dass vor der Infiltration des Kohlenstoffkörpers mit Si dieser durch Fasern unterschiedlicher Filamentanzahl und gezielter Einstellung der Porosität derart strukturiert wird, dass der SiC-Gehalt des Verbundkeramikkörpers vom Innenbereich des Kernbereichs ausgehend bis in den Oberflächenbereich stetig oder im Wesentlichen stetig zunimmt.

Erfindungsgemäß erfolgt eine Strukturierung des Kohlenstoffkörpers durch Auswahl von verschiedenen Faserlängen und/oder Fasern unterschiedlicher Filamentanzahl und/oder gezielte Einstellung der Porosität.

Die Porosität kann durch Additive mit unterschiedlicher Kohlenstoffausbeute eingestellt werden. Auch können Additive verwendet werden, deren Kohlenstoffausbeute im Oberflächenbereich geringer als im Kernbereich ist. Durch Korngrößenverteilung der Additive kann gleichfalls die Porosität im gewünschten Umfang derart eingestellt werden, dass sich im Oberflächenbereich eine quasi monolithische SiC-Struktur und im Kernbereich ein CFC-dominanter Werkstoff ergibt.



## Patentansprüche

### Verbundkeramikkörper sowie Verfahren zum Herstellen eines solchen

1. Verbundkeramikkörper, insbesondere bestimmt für ein tribologisches Bauteil wie Bremsscheibe, umfassend einen faserverstärkten Kohlenstoffkörper mit Kernbereich sowie SiC enthaltendem Oberflächenbereich,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Fasern im Oberflächenbereich eine geringere Filamentenanzahl als im Kernbereich aufweisen und dass der Verbundkeramikkörper SiC derart enthält, dass innerhalb des Kernbereichs ausgehend bis in den Oberflächenbereich hinein der Anteil des SiC sich stetig oder im Wesentlichen stetig ändert.
2. Verbundkeramikkörper nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Verbundkeramikkörper in Bezug auf den SiC-Anteil derart fließend gradiert ist, dass der Kernbereich duktile Eigenschaften und der Oberflächenbereich monolithische SiC-Schicht- bzw. Si/SiC-Schichteigenschaften aufweist.
3. Verbundkeramikkörper nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass zur Einstellung der Porosität der Kohlenstoffkörper Additive mit unterschiedlicher Kohlenstoffausbeute enthält.

9. Verfahren zur Herstellung eines faserverstärkten Verbundkeramikkörpers, insbesondere bestimmt für ein tribologisches Bauteil wie Bremsscheibe, wobei ein Fasern enthaltender Kohlenstoffkörper mit gewünschter Porosität bereitgestellt wird, der Kohlenstoffkörper mit Silizium infiltriert und durch Einleiten einer chemischen Reaktion unter Bildung von SiC der Körper keramisiert wird ,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass vor der Infiltration des Kohlenstoffkörpers mit Si dieser durch Fasern unterschiedlicher Filamentenanzahl und gezielter Einstellung der Porosität derart strukturiert wird, dass der SiC-Gehalt des Verbundkeramikkörpers vom Innenbereich des Kernbereichs ausgehend bis in den Oberflächenbereich stetig oder im Wesentlichen stetig zunimmt.
10. Verfahren nach Anspruch 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass Fasern mit im Kernbereich größerer Länge als im Oberflächenbereich verwendet werden.
11. Verfahren nach Anspruch 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass Fasern mit geringerer Filamentanzahl im Oberflächenbereich als im Kernbereich verwendet werden.
12. Verfahren nach Anspruch 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Porosität durch Additive mit unterschiedlicher Kohlenstoffausbeute eingestellt wird.
13. Verfahren nach Anspruch 9 oder 12,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass im Oberflächenbereich Additive verwendet werden, deren Kohlenstoffausbeute geringer als im Kernbereich ist.

Translation

PATENT COOPERATION TREATY

PCT/EP2003/003041



PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT 20 SEP 2005

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference 43 172	<b>FOR FURTHER ACTION</b> See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/EP2003/003041	International filing date (day/month/year) 24 March 2003 (24.03.2003)	Priority date (day/month/year) 22 March 2002 (22.03.2002)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC C04B 35/83		
Applicant SCHUNK KOHLENSTOFFTECHNIK GMBH		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
2. This REPORT consists of a total of <u>5</u> sheets, including this cover sheet.  <input checked="" type="checkbox"/> This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).  These annexes consist of a total of <u>5</u> sheets.
3. This report contains indications relating to the following items:  I <input checked="" type="checkbox"/> Basis of the report II <input type="checkbox"/> Priority III <input type="checkbox"/> Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability IV <input type="checkbox"/> Lack of unity of invention V <input checked="" type="checkbox"/> Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement VI <input type="checkbox"/> Certain documents cited VII <input type="checkbox"/> Certain defects in the international application VIII <input type="checkbox"/> Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 14 October 2003 (14.10.2003)	Date of completion of this report 07 July 2004 (07.07.2004)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP2003/003041

## I. Basis of the report

## 1. With regard to the elements of the international application:\*

- ☐ the international application as originally filed
- ☒ the description:  
pages \_\_\_\_\_ 2,4,6-9 \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_ 1,3,5 \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_ 09 June 2004 (09.06.2004)
- ☒ the claims:  
pages \_\_\_\_\_ 4-8,14-20 \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, as amended (together with any statement under Article 19  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_ 1-3,9-13 \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_ 09 June 2004 (09.06.2004)
- ☒ the drawings:  
pages \_\_\_\_\_ 1/1 \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☐ the sequence listing part of the description:  
pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_

## 2. With regard to the language, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language \_\_\_\_\_ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

## 3. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages \_\_\_\_\_
- ☐ the claims, Nos. \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).\*\*

\* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

\*\* Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.  
PCT/EP 03/03041

## V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

### 1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-20	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-20	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-20	YES
	Claims		NO

### 2. Citations and explanations

This report makes reference to the following documents:

- D1: US 2001/051258 A1 (S.HANZAWA ET AL.) 13 December 2001 (2001-12-13)
- D2: EP-A-0 891 956 (NGK INSULATORS, LTD.) 20 January 1999 (1999-01-20).

- The objections with respect to clarity raised in the written opinion of 8 April 2004 (see Box V, point 3 in said document) were redressed in the applicant's submission of 28 May 2004 (see the newly submitted claims 1 and 9 as well as point III).

Therefore, the subject matter of the present application can be examined with respect to novelty and inventive step.

- Claims 1-20 satisfy the criteria in PCT Article 33(1), because their subject matter (insofar as it can be understood from claim 10; see point VIII) is novel, involves an inventive step and is industrially applicable.

The reasons therefor are enumerated below.

2.1. The subject matter of the independent claims is novel for the reasons indicated in point IV of the applicant's submission of 28 May 2004.

2.2. Said subject matter involves an inventive step because

1. the technical problem to be solved (see the present description, page 3, second paragraph) is not indicated in the prior art, and
2. neither D1 nor D2 discloses or renders obvious a solution to said problem.

There is still no reason to assume that the technical problem would not be solved by present claims 1 and 9 (see the respective characterizing parts).

2.3. The present application is correctly delimited over the prior art.

June 20, 2004

EP03/03041

Description

Composite Ceramic Body as well a Process for Its Production

5 The invention concerns a composite ceramics body, designed particularly for a tribological component such as a brake disk, comprising a fiber-reinforced carbon-containing core area as well as a SiC-containing surface area. The invention also concerns a process for producing a fiber-reinforced composite ceramic body, designed especially for a tribological component such as a brake disk, wherein a carbon body containing fiber is infiltrated with silicon, and the body is ceramicized by initiating a chemical reaction while forming SiC.

10 From DE 198 34 571 C2 is known a process for producing bodies from fiber-reinforced C/C preforms having a porous carbon matrix, in which the preform that is fiber-reinforced by pyrolysis is infiltrated with molten silicon. The liquid silicon can thus become embedded in the pores to produce the desired hardness in the surface layer of the CMC (ceramic matrix composite material) produced in this way.

15 In DE 44 38 455 C1 is described a process for producing a friction unit by infiltrating a porous carbon body with liquid silicon, wherein the porous carbon body is structured in such a way that hollow spaces and/or recesses are formed in defined interior and/or outer spaces which retain their shape and size after ceramization.

In EP-A-0 891 956 is described a Si-SiC body, which is reinforced with SiC fibers.

A compound ceramic body of the type mentioned at the beginning can be inferred from US 2001/0051258 A1. The compound ceramic body consists of layers having matrices built on an Si-SiC base, which extend in one piece between carbon fibers, wherein the matrices have a composition gradient configured in such a way that the silicon concentration increases with increasing distance from the yarns.

It is an object of the invention to further develop a composite ceramic body as well as a process for producing a composite ceramic body of the kind cited in the beginning, in such a way that the composite ceramic body has a good long-term behavior and especially a lesser tendency to form cracks on the surface. At the same time, however, the advantages of the known separate layer construction should largely be preserved with respect to the abrasion-resistant outer monolithic SiC layer and the ductility of the core area.

The object is attained in accordance with the invention with a composite ceramic body of the previously described type basically in that the composite body consists of a fiber-reinforced carbon body, the fibers in the core area are longer than in the surface area, the fibers in the surface area have a lower filament count than in the core area, and/or the carbon body has a greater porosity in the surface area than in the core area, and the composite ceramic body contains SiC in such a way that inside the core area, and continuing into the surface area, the SiC proportion changes constantly or essentially constantly. Especially the composite ceramic body is steadily graded in relation to the SiC portion, so that the core area has ductile properties and the surface area has monolithic SiC layer or Si/SiC layer properties.

Moreover the surface area should basically have the following proportions

- SiC ca. 20% by weight up to ca. 100% by weight,
- Free Si ca. 0% by weight up to ca. 30% by weight,
- Carbon ca. 0% by weight up to ca. 80% by weight,
- Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> ca. 0% by weight up to ca. 20% by weight and/or
- B<sub>4</sub>C ca. 0% by weight up to ca. 20% by weight.



June 20, 2004

EP03/03041

In contrast, the core area should have proportions of:

- SiC ca. 0% by weight up to ca. 70% by weight,

- Free Si ca. 0% by weight up to ca. 30% by weight,

June 20, 2004

EP03/03041

5

[Identical to original page 5]

AMENDED PAGE

Composite Ceramic Body as well as a Process for Its Production

1. A composite ceramic body, designed in particular for a tribological component such as a brake disk, comprising a fiber-reinforced carbon-containing core area as well as a SiC-containing surface area, wherein  
5 the fibers in the surface area have a lower filament count than in the core area and the composite ceramic body contains SiC in such a way that inside the core area, and continuing into the surface area, the SiC proportion changes constantly or essentially constantly.
- 10 2. The composite ceramic body of claim 1, wherein the composite ceramic body is flowingly graded with respect to the SiC proportion such that the core area has ductile properties and the surface area has monolithic SiC layer or Si/SiC layer properties.
- 15 3. The composite ceramic body of claim 1, wherein the carbon body contains additives with different carbon yields for adjusting the porosity.

9. A process for producing a fiber-reinforced composite ceramic body, designed in particular for a tribological component such as a brake disk, wherein a fiber-containing carbon body with optionally desired porosity is made available, the carbon body is infiltrated with silicon and ceramicized by initiating a chemical reaction while forming SiC, wherein prior to the infiltration of the carbon body with Si, said carbon body is structured by fibers with different filament count and selective adjustment of the porosity in such a way that the SiC content of the composite ceramic body increases constantly starting from the interior of the core area and continuing into the surface area.
10. The process of claim 9, wherein fibers of a greater length are used in the core area than in the surface area.
11. The process of claim 9, wherein fibers with a lower filament count are used in the surface area than in the core area.
12. The process of claim 9, wherein the porosity is adjusted with additives having different carbon yields.
13. The process of claim 9 or 12, wherein additives having a lower carbon yield than those in the core area are used in the surface area.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**